

Jarkko Kaski

# Energiakatselmusten jälkiseuranta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

13.5.2013

Tekijä Otsikko	Jarkko Kaski Energiakatselmusten jälkiseuranta
Sivumäärä Aika	30 sivua + 8 liitettä 13.5.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-suunnittelu
Ohjaaja Ohjaava opettaja	projektinjohtaja Veikko Saukkonen yliopettaja Jukka Yrjölä
<p>Tässä insinööriyössä tutkittiin Helsingin kaupungin omistamiin koulurakennuksiin tehtyjen energiakatselmusten hyödyllisyyttä ja toteutuneita säästöjä katselmuksissa tehtyjen säästötoimenpide-ehdotusten perusteella. Osassa kohteita oli katselmuksesta kulunut jo yli kymmenenkin vuotta ja energiankulutusten rahalliset säästöt laskettiin aina katselmuksen aikaisilla energioiden hinnoilla.</p> <p>Työssä selvitettiin myös Motivan energiakatselmusmallien ja ohjeiden toimivuutta ja kehitystarpeita rakennusten elinkaaren kannalta järkevään toimintaan. Tutkimuksessa vertailaan pakolliseksi tulevan energiatodistuksen ja energiakatselmuksen käytäntöjä ja pohditaan: onko energiakatselmuksia järkevää teettää enää ollenkaan.</p> <p>Koulurakennusten energiakatselmuksia ja niiden aikaisia kulutuslukemia verratessa tämän päivän kulutuslukemiin voitiin yleisesti todeta lämpöenergian kulutusten laskeneen ja sähkön kulutuksien nousseen. Kokonaisuudessaan Helsingin kaupungin kiinteistöissä on kuitenkin saavutettu lähes 9 %:n säästöt, mikä oli tavoitteena työ- ja elinkeinoministeriön kanssa tekemässä energiatehokkuussopimuksessa 9 vuoden aikana.</p> <p>Tutkimuksen aikana huomattiin koulukiinteistöjen olevan hyvinkin yksilöllisiä, eikä niitä voinut helposti verrata toisiinsa johtuen suuresta rakennusten ikä- ja taloteknisestä vaihtelusta. Työssäni tarkemman tutkimuksen kohteena olevien rakennusten perusteella voitiin todeta osassa kiinteistöjä tapahtuneen suuria säästöjä hyvän kiinteistöhoitohenkilökunnan ansiosta ja tarpeenmukaisen energiankäytön ymmärtämisellä.</p>	
Avainsanat	energiakatselmus, energiatodistus, Motiva Oy

Author Title	Jarkko Kaski The follow-up of energy survey
Number of Pages Date	30 pages + 8 appendices 13 May 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, Design Orientation
Instructor(s)	Veikko Saukkonen, Project Manager Jukka Yrjölä, Principal Lecturer
<p>This final year project studied the usefulness of the energy surveys carried out in some school buildings owned by the City of Helsinki. Furthermore, the cost-saving measures suggested in the surveys were also investigated to see which of them was successful. Some the energy surveys were carried out for over ten years ago, and the financial savings had been calculated according to the energy prices of the time.</p> <p>This final year project also aimed to study the functionality of the survey models and instructions issued by Motiva organisation. Needs for improvement were searched for to enable reasonable actions from the point of view of the life cycle of buildings. Practices of the energy survey and the energy certificate which are becoming mandatory for all buildings were compared.</p> <p>The study of the energy surveys showed that there had been a reduction in the consumption of heating energy, and a rise in the consumption of electricity. The original goal of the Energy Efficiency Agreement, a saving of 9% had been obtained.</p> <p>School buildings are not easily compared because of the great variety of ages and HVAC systems of the buildings. The best guarantee for an efficient use of energy seems to be an educated and interested janitor.</p>	
Keywords	energy survey, energy certificate, Motiva

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Motiva	2
1.2	Energiakatselmus vs. energiatodistus	3
2	Tilaaja	6
3	Insinööriyön tavoitteet	9
4	Työn kulku	10
4.1	Taulukoidut tiedot	11
4.2	Energiankulutusta vähentäneet kohteet	13
4.2.1	Keinutien ala-aste	13
4.2.2	Jakomäen peruskoulu	14
4.2.3	Tahvonlahden ala-aste	15
4.2.4	Mellunmäen ala-aste	16
4.2.5	Helpa, Roihuvuoren yksikkö	17
4.3	Energiankulutusta kasvattaneet kohteet	18
4.3.1	Mäkelänrinteen lukio	18
4.3.2	Vesalan yläaste	19
4.3.3	Vesalan ala-aste	20
4.3.4	Käpylän yläaste ja lukio	21
4.3.5	Ressun lukio	24
5	Ehdotettuja säästötoimenpiteitä	25
5.1	IV:n käyttöajat	26
5.2	Valaistuksen muutokset	26
5.3	Energianostotariffien muutokset	26
5.4	Vesivirtaamien rajoitus	27
5.5	Sisälämpötilan muutos	27

6	Yhteenveto	27
6.1	Avainhenkilöt	28
6.2	Kehitystarve	29
	Lähteet	30

#### Liitteet

Liite 1. Keinutien ala-asteen kohdekäynti

Liite 2. Käpylän yläasteen ja lukion kohdekäynti

Liite 3. Mäkelänrinteen lukion kohdekäynti

Liite 4. Jakomäen peruskoulun toimenpidetaulukko

Liite 5. Helpa, Roihuvuoren yksikön toimenpidetaulukko

Liite 6. Mellunmäen ala-asteen toimenpidetaulukko

Liite 7. Tahvonlahden ala-asteen toimenpidetaulukko

Liite 8. Vesalan yläasteen toimenpidetaulukko

## Lyhenteet ja määritelmät

EK	Energiakatselmus
EPBD	EU:n energiatehokkuusdirektiivi, velvoittaa jäsenmaitaan energiatodistuksen käyttöönottoon.
RakMK	Suomen rakentamismääräyskokoelma
TEM	Työ- ja elinkeinoministeriö.
Energiakatselmus	TEM:n tukema Motivan kouluttaman energiakatselmoijan tekemä katselmus, esim. kiinteistön energiakatselmus.
Energiatodistus	Energiatodistus kertoo kiinteistön energiankulutuksen ja energiatehokkuusluvun ET. Tulee pakolliseksi 1.6.2013 alkaen kaikkiin myytäviin tai vuokrattaviin kiinteistöihin.

## 1 Johdanto

Uudisrakennuksia koskevia määräyksiä energiankulutuksen suhteen on kiristetty viimeisten 20 vuoden aikana siinä määrin, että kohta on kaikkien uusien rakennusten oltava lähes nollaenergiataloja. Nollaenergiatalo tarkoittaa EU:n rakennusten energia- tehokkuusdirektiivin EPBD mukaan rakennusta, jonka energiantarpeesta katetaan merkittävä osa rakennuksessa tai sen läheisyydessä tuotettuna uusiutuvana energiana. Taustalla rakennusten energiatehokkuuden parantamiselle on Kioton ilmastopöytäkirja ja Suomen oma energia- ja ilmastostrategia kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. EU:n energiatehokkuusdirektiivi myös velvoittaa jäsenmaitaan energiatodistuksen käyttöönottoon, jonka tarkoituksena on hiilidioksidipäästöjen vähentämisen ohella myös energian tuontiriippuvuuden alentaminen (8).

Uusien rakennusten tulee olla vuoden 2020 loppuun mennessä lähes nollaenergiarakennuksia. Julkisia rakennuksia vaatimus koskee jo vuoden 2019 alusta. Suomi siirtyi matalaenergiarakentamisen suuntaan jo vuoden 2010 alusta 30 prosenttia tiukentuneilla rakentamismääräyksillä. Määräyksiä kiristettiin edelleen 20 prosentilla vuonna 2012. Jotta näihin tavoitteisiin päästäisiin, on suunnittelussa noudatettava seuraavia reunaehdotuksia rakennuksen vaipan U-arvojen suhteen: ulkoseinä  $0,08 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , yläpohja  $0,06 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , alapohja  $0,09 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , ikkunat  $0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  ja ovet  $0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Lisäksi ilmanvaihdon lämmön talteenoton hyötysuhde  $\geq 80 \%$  ja Ilmanvuotoluku  $q_{50} \leq 0,4$  (7; 8).

Yhtenä työkaluna energiatehokkuuden parantamisessa on jo vuosikymmeniä ollut energiakatselmus, jota työ- ja elinkeinoministeriö on tukenut jo vuodesta 1992. Energiakatselmustoiminnan tavoitteena on analysoida katselmuskohteiden kokonaisenergian käyttö, selvittää energiansäästöpotentiaali ja esittää ehdotettavat säästötoimenpiteet. Tavoitteena on liittää energiakatselmus tiiviisti kohteen muihin toimintaprosesseihin niin, että siitä syntyy työkalu, joka palvelee kohdetta myös myöhemmin energiatehokkuuden jatkuvassa seurannassa ja ylläpidossa (3).

Toinen työkalu energiatehokkuuden seuraamiseksi on energiatodistus, joka perustuu rakennuksen laskennalliseen Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D5 ohjeeseen.

Vanhoja ja jo olemassa olevia rakennuksiakin pyritään koko ajan saattamaan energia-tehokkaammiksi kovaa vauhtia nousseiden energiahintojen vuoksi. Esimerkiksi sähkön verollinen kokonaishinta painotettuna koko maan tilastoihin on noussut pienen koulun käyttöasteella keskimäärin hinnasta 8,65 snt/kWh hintaan 12,58 snt/kWh kymmenessä vuodessa. Sähkön hinta on noussut 3,93 snt/kWh, mikä tarkoittaa 100 MWh vuodessa käyttävälle pienelle koululle 3 930 euron lisälaskua, ja isommat koulut, jotka kuluttavat jopa 500 MWh tai ylikin, joutuvat maksamaan jopa 20 000 euroa enemmän sähköstä kuin 10 vuotta sitten (6).

Kaukolämmön hintakehitys on ollut myös koko ajan nouseva viimeisen 10 vuoden aikana, jolloin Helsingissä yhden MWh:n hinta on noussut alle 30 eurosta lähes 50:een euroon/MWh. Hinnannousu 20 €/MWh tietää keskikokoisessa 1000 MWh vuodessa kuluttavassa koulussa 20 000 euron lisälaskua 10 vuoden takaiseen verrattuna, eli myös kaukolämmön hintakehitys on aiheuttanut painetta energiatehokkaampaan kiinteistön pitoon (10).

## 1.1 Motiva

Motiva ylläpitää energiakatselmustoiminnan seurantajärjestelmää, johon kootaan tiedot kaikista energiakatselmuksista sekä valvoo energiakatselmusraporttien laatua. Yhteensä vuosina 1992 - 2009 on kuntasektorilla katselmoitu yli 3 000 katselmuskohdetta, joiden yhteistilavuus on noin 54 milj. m<sup>3</sup>. Lämpöenergian säästöpotentiaali on näissä kohteissa ollut keskimäärin 15 % (n. 390 GWh/a), sähköenergian säästöpotentiaali noin 7 % (n. 75 GWh/a) ja veden säästöpotentiaali noin 6 % (n. 0,7 milj. m<sup>3</sup>). Toiminnan edistämiseksi Motiva tuo julkisuuteen esimerkkejä hyvin onnistuneista katselmushankkeista. Motiva myös kouluttaa energiakatselmoijia sekä neuvoa katselmusten tilaajia ja katselmoijia.

Kiinteistön energiakatselmus soveltuu sellaisten liike- ja palvelurakennusten energiansäästömahdollisuuksien kartoitukseen, joissa on tavanomaiset talotekniset järjestelmät. Energiankäyttötietojen ja rakennuksen perusteellisen läpikäynnin perusteella selvitetään energian turha kulutus ja määritellään kannattavat energiansäästötoimenpiteet. Kiinteistön energiakatselmusraportissa käsitellään kohteen energian ja veden käytön nykytilanne, kuvataan LVIS-järjestelmien toiminta ja käyttö sekä esitetään säästötoimenpiteitä perusteluineen, säästövaikutuksineen ja takaisinmaksuaikoineen (3).



## 1.2 Energiakatselmus vs. energiatodistus

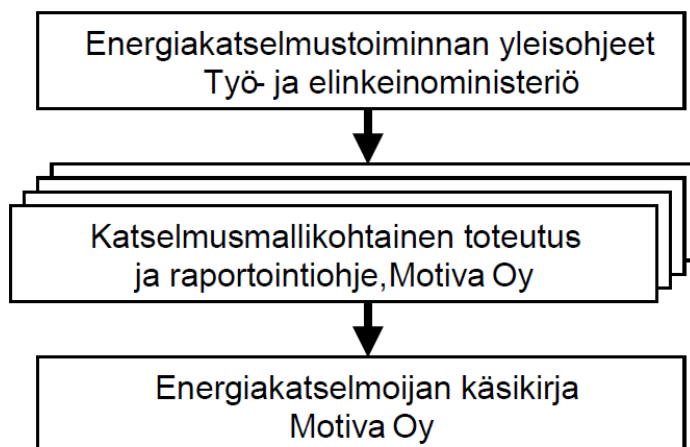
### Energiakatselmus

Suomen energiakatselmustoimintaa tukee työ- ja elinkeinoministeriö valtioneuvoston asetuksen (1063/2012) perusteella. Tuen piiriin kuuluvat työ- ja matkakustannukset sekä tietyin edellytyksin myös mittalaitavuokrat. Vuonna 2013 TEM tukee enintään 40 % tuettavasta katselmuskustannuksesta sillä erotuksella, että kuntien ja kuntayhtymien sekä mikro- ja pk-yritysten hankkeissa tuki on kuitenkin enintään 50 % tuettavasta katselmuskustannuksesta. Tuen myöntämisestä vastaavat alueellisesti elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset (ELY-keskukset) (3).

Jokaiseen energiakatselmushankkeeseen nimetään kaksi vastuuhenkilöä, jotka ovat Motivan hyväksymiä energiakatselmoijia. Katselmushankkeessa on neljä keskeistä osapuolta, jotka ovat katselmuksen tilaaja, energiakatselmoijat, Motiva Oy sekä työ- ja elinkeinoministeriö, jolla on päävastuu energiakatselmustoiminnasta. Työ- ja energiaministeriön toimeksiannosta katselmustoimintaa koordinoi Motiva, jonka päätehtävänä ovat katselmoijien koulutus ja ohjaus sekä katselmusten laadunvarmistus, kehittäminen ja seuranta. Motiva neuvoo myös katselmustuen hakemisessa (3).

Energiakatselmusten ohjeistus koostuu kolmesta osasta, joista ylimpänä on työ- ja energiaministeriön energiakatselmustoiminnan yleisohjeet. Motivan laatimat toteutus- ja raportointiohjeet, joissa on mallikohtaisia ohjeita ja vaatimuksia tulevat seuraavaksi. Näistä Motivan ohjeista saa lisätietoa sähköpostilla osoitteesta: katselmoijaposti@motiva.fi. Kolmantena ohjeena on Energiakatselmoijan käsikirja, joka löytyy Motivan energiakatselmoijien extranet-sivuilta verkkojulkaisuna. Käsikirjassa on kuvattu hyvää energiakatselmustapaa, ja siinä on ohjeita varsinaisen katselmustyön suorittamiseksi (3).

Kuvassa 1. kuvattu energiakatselmuksen kolmitasoinen ohjeistus, jossa ylimpänä ja päävastuussa on työ- ja elinkeinoministeriö.



Kuva 1. Energiakatselmuksen kolmitasoinen ohjeistus.

Energiakatselmus tehdään tarkasti Motivan ohjeiden ja mallien mukaan ja toteutuneiden energiankulutusten pohjalta tehdään säästötoimenpide-ehdotukset.

### Energiatodistus

Energiatodistus tehdään puhtaasti laskennallisella menetelmällä. Myös energiatodistuksen tekijän tulee olla tehtävänsä pätevöitynyt poikkeuksena isännöitsijä tai hallituksen puheenjohtaja, joka voi antaa energiatodistuksen hallinnoimaansa rakennukseen.

Uusi laki energiatodistuksista astuu voimaan 1.6.2013, jonka jälkeen energiatodistuksen laatijalta vaaditaan aina pätevyys, jonka voi myöntää FISE Oy tai Kiinteistöalan koulutussäätiö. Lista pätevöityneistä todistuksen antajista on nähtävänä uuden lain voimaantulon jälkeen sekä Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARAn että pätevyyden myöntävien tahojen verkkosivuilta. Pätevyyden voi saada nopeastikin osallistumalla pätevyyskokeeseen, mikäli omaa soveltuvan tekniikan alan tutkinnon tai korvaavan työkokemuksen rakennusten energiatehokkuuden parissa. Pätevyyden toteajan järjestämissä kokeissa pitää myös osoittaa perehtyneisyytensä todistuksen laadintaan ja energiatodistusta koskeviin säädöksiin. Energiakatselmuksen tekijä voi antaa myös energiatodistuksen katselmoimastaan kiinteistöstä (9).

Energiakatselmus tuottaa mitattua ja todennettua tietoa kiinteistön energiankulutuksesta, kun taas energiatodistuksessa rakennuksen energiatehokkuus määritetään lasken-

nallisesti käyttäen Suomen rakentamismääräyskokoelman (RakMk:n) osaa D5/2007. Energiatodistuksen energiatehokkuus lasketaan aina käyttäen RakMk osan D5/2007 Liite 1 säävyöhyke III (Jyväskylä-Luonetjärvi) mukaisia säätietoja. Kun kaikki rakennukset on suhteutettu Jyväskylän säähän niin ne ovat vertailtavissa keskenään eripuolilla Suomea. Energiatodistus lasketaan 1.6.2013 alkaen RakMK osan D3 ostoenergian kulutuksen mukaan (E-luku). Sekä energiakatselmuksessa että -todistuksessa otetaan kantaa energiankäytön tehostamismahdollisuuksiin. Energiatodistuksessa tarkastus tehdään: rakennuksen asiakirjojen, havaintojen ja käyttäjien haastattelujen perusteella. Energiakatselmuksessa vaaditaan yleensä myös raportoituja mittauksia rakennuksen LVI-järjestelmistä ja niiden kautta saatavista energiansäästötoimenpiteistä. Rakennuksen energiatodistukseen tulee aina energiatehokkuusluku ET, joka lasketaan alla olevalla kaavalla, joka saadaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta D5 (9).

$$ET = \Sigma [Q_{\text{lämmitys tai } Q_{\text{lämm, norm}} + W_{\text{kiinteistösähkö}} + Q_{\text{jäähdytys, tilat}}] / \Sigma A$$
 (kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi) jossa,

ET	rakennuksen tai rakennusryhmän energiatehokkuusluku, kWh/brm <sup>2</sup>
Q <sub>lämmitys</sub>	uudisrakennuksen tai -rakennusryhmän lämmitysenergian kulutus laskettuna Jyväskylä - Luonetjärven säätiedoilla, kWh/vuosi
Q <sub>lämm, norm</sub>	olemassa olevan rakennuksen tai rakennusryhmän toteutunut lämmitysenergian kulutus muunnettuna vastaamaan Jyväskylän normaalivuoden mukaista lämmitystarvelukua, kWh/vuosi
W <sub>kiinteistösähkö</sub>	rakennuksen tai rakennusryhmän kiinteistösähkön kulutus, kWh/vuosi
Q <sub>jäähdytys, tilat</sub>	rakennuksen tilojen jäähdytysenergiankulutus (jäähdytysjärjestelmään tuotu jäähdytysenergia), kWh/vuosi, vain jos rakennus varustetaan jäähdytysjärjestelmällä.
Σ A	rakennuksen tai rakennusryhmän bruttopinta-ala, brm <sup>2</sup>

## 2 Tilaaaja

Kiinteistövirasto vuokraa, myy ja kehittää Helsingin kaupungin omistamia maa-alueita ja rakennuksia. Virasto vastaa mm. kaupungin vuokra-asuntojen välityksestä, asumiseen liittyvistä lainoista ja tuista, palvelutilojen vuokraamisesta, geotekniikan asiantuntijapalveluista sekä kartta- ja paikkatietopalveluista. Viraston toimintaa ohjaavat kiinteistölautakunta ja asuntolautakunta. Helsinki päätti vuonna 2005 keskittää omistamiensa toimitilojen hallinnan Kiinteistöviraston Tilakeskukseen (1).

Tilakeskus vastaa Helsingin kaupungin omistamista palvelu- ja toimitiloista. Tilakeskuksen tehtävinä on ammattimainen kaupungin toimitilojen hallinta eli tilojen osto, myynti, vuokraus, kiinteistöjen kehittäminen sekä tilojen käyttöarvon säilyttäminen suunnitelmallisella ylläpidolla ja kiinteistöjen arvon ja korjausvastuun seuranta. Lähtökohtana tilojen ylläpidossa ovat mm. kiinteistöjen kuntoarviot, energiakatselmukset, muut selvitykset, vuokralaisten tekemät korjausaloitteet sekä isännöitsijöiden ja muun kiinteistönhuoltohenkilöstön korjaustarpeita koskevat havainnot. Tilakeskus on kaupungin nettobudjetoitu yksikkö, jolla ei ole tavoitteena tuottaa voittoa vaan menot kateaan toiminnasta saatavilla tuloilla. Avainlukuja Tilakeskuksella ovat:

- (31.12.2011) liikevaihto 380 M€
- vuokrattuja toimitiloja yhteensä 2,4 milj. m<sup>2</sup>
- rakennusomaisuuden kirjanpito-arvo 1 250 M€
- rakennusomaisuuden tekninen arvo 4 450 M€

(1)

Helsingin kaupunki on sitoutunut säästämään energiaa KTM:n (nykyinen TEM) kanssa tekemässään sopimuksessa 9 % yhdeksän vuoden aikana. Energiatehokkuussopimus KETS hyväksyttiin Helsingin kaupunginhallituksessa kesäkuussa 2009 ja säästötavoite lasketaan vuoden 2005 kulutuksesta. Enegiankulutuksesta suurin osa noin 80 % tapahtuu kaupungin omistamissa rakennuksissa, ja suurin säästöpotentiaali onkin jo olemassa olevien rakennusten energiatehokkuuden parantamisessa. Sähkön ja lämpöenergian kulutuksia on tutkittu ja taulukoitu Tilakeskuksen toimesta, ja kaikkien kaupungin omistamien kiinteistöjen osalta vuosien 1999 ja 2010 aika on saavutettu lähes yhdeksän prosentin parannus (5, s. 18).

Taulukko 1. Helsingin kaupungin omistamien kiinteistöjen keskimääräinen energiankäyttö ja niiden muutokset vuodesta 1999 vuoteen 2010.

Koko Helsingin omistama kiinteistökanta	lämpö 1999 kWh/m <sup>2</sup>	muutos %	sähkö1999 kWh/m <sup>2</sup>	muutos %
1999	164,4		60,6	
2000	165,4	+0,6	59,6	– 1,8
2001	162,2	– 1,3	62,5	+3,0
2002	158,7	– 3,5	61,7	+1,8
2003	159,4	– 3,0	63,9	+5,4
2004	155,5	– 5,4	63,5	+4,8
2005	156,2	– 5,0	64,3	+6,0
2006	155,0	– 5,7	66,4	+9,5
2007	154,3	– 6,1	64,9	+7,0
2008	155,6	– 5,3	66,8	+10,1
2009	153,2	– 6,8	63,9	+5,4
2010	147,1	– 10,5	64,0	+5,6

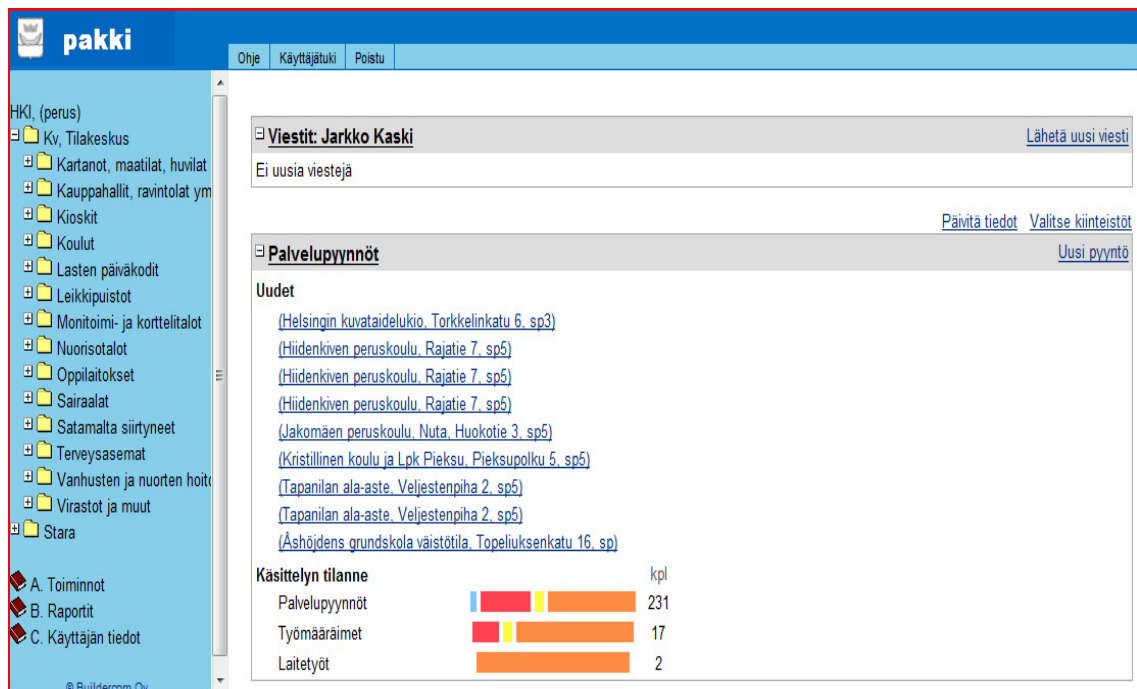
Taulukko 1:n lukemista voidaan todeta energiankulutuksen kokonaisuudessaan laske-  
neen. Laskemalla kulutusmuutokset RakMK:n osan D3 energiakertoimilla (kaukoläm-  
pö 0,7 ; sähkö 1,7 ja kaukolämmön käytön ja sähkön käytön suhde 2,43) saadaan pro-  
sentuaaliseksi muutokseksi:  $- 10,5 \% \times 0,7 \times 2,43 + 5,6 \% \times 1,7 = - 18,2 + 9,52 = -$   
 $8,68 \%$  (5, s. 34).

## Pakki-huoltokirjaohjelmisto

Tilakeskuksella on käytössään Buildercom Oy:n huoltokirjakirjaohjelmisto FacilityInfo, jonka tilakeskus on nimennyt itselleen Pakki-ohjelmaksi.

FacilityInfo-palvelu on työkalu kiinteistöhoidon suunnitteluun ja kilpailutukseen, valvontaan sekä dokumentointiin kiinteistön koko elinkaaren ajalle. Tuoteperhe sisältää kiinteistö- ja laiterekisterien lisäksi järjestelmämoduulit niin kiinteistöhoidon ja teknisen huollon kuin myös kunnossapidon ja tilahallinnan tarpeisiin (4).

Pakki-ohjelmistoon on tallennettu kaikki mahdollinen kiinteistöön liittyvä dokumentointi kuntotarkastuksista ja energiakatselmuksista aina jokapäiväisiin pieniinkin korjaustoimenpiteisiin (kuva 2). Toteutuneet energiankulutukset on myös taltioitu ja taulukoitu ohjelmaan ja niistä on tehty vertailevat pylväsdiagrammit, joista on helppo seurata kiinteistön kulutusten etenemistä ja verrata lukuja muihin ohjelmassa oleviin kiinteistöihin. Kuvassa 2. on näkymä Pakki-ohjelman valikosta.



Kuva 2. Pakki-ohjelman valikon näkymä.

### 3 Insinööriyön tavoitteet

Insinööriyön tavoitteena selvittää Energiakatselmuksen toimivuus käytännössä Helsingin kaupungin Tilakeskuksen hallinnoimissa koulurakennuksissa. Tilakeskuksen hallinnoimat rakennukset alkavat olla alati kasvavassa peruskorjaustarpeessa, ja suurimpana huolena on korjausvelan nopea kasvu. Vanhoja korjaustarpeessa olevia rakennuksia ei ehditä korjata yhtä nopeasti kuin uusia korjaustarpeita ilmenee (5, s.3).

Tähän mennessä taulukoitujen tilastojen mukaan osassa koulurakennuksia on tapahtunut selvää parannusta energiataloudessa, kun taas toisissa rakennuksissa energiankulutukset ovat jopa nousseet katselmusten jälkeen. Tarkoituksena tässä insinööriyössä on selvittää syyt energiakulutusten sekä nousulle että laskulle eri koulurakennuksissa, joita on Tilakeskuksen hallinnassa 153 kpl. Kiinteistöjä Tilakeskuksen hallinnassa kaiken kaikkiaan on noin 930 kpl. Tilaajan visiona on kustantaa energiansäästöillä vuosittain yksi uusi koulu tai päiväkotikoulu. Tutkimustyössä mietitään ja otetaan kantaa myös seuraaviin kysymyksiin:

- Onko Motivan energiakatselmuspohja sellainen, että sen teettämisen myötä kiinteistöissä energioiden kulutukset lähtevät laskemaan, kun ehdotetut toimenpiteet on suoritettu vai pitäisikö energiakatselmuspohjaan lisätä jotain käytäntöä parantavia sovelluksia?
- Ovatko ehdotetut säästötoimenpiteet turhia, jos virheellinen kiinteistön huolto tai käyttö saattaa niistä huolimatta energiankulutuksen pysymään ennallaan tai jopa nousemaan?
- Miten vaikuttaa energiakatselmusten teettämisen halukkuuteen uusi laki energiatodistuksen pakollisuudesta kaikille kiinteistöille, joita myydään tai vuokrataan?
- Energiatodistukseen sisältyy myös ehdotuksia energian säästämiseksi. Miten se eroaa energiakatselmuksen sisällöstä?

## 4 Työn kulku

Työ alkoi Pakki-ohjelman käyttöoikeuksien hakemisella ja ohjelmaan tutustumisella. Kouluja on ohjelmassa 153 kpl, joista aluksi otin noin 20 kiinteistöä tarkempaan tutkintaan. Näistä 20 kiinteistöstä olen selvittänyt, tutkinut ja tallentanut itselleni energiakatselmusten, kulutusvertailujen ja taloteknisten järjestelmien päivitettyt tiedot. Seuraavaksi aloitin kyselyn koulujen kouluisännille sopiakseni kohdekäyntejä tarkempia havaintoja ja käyttäjien haastatteluja varten.

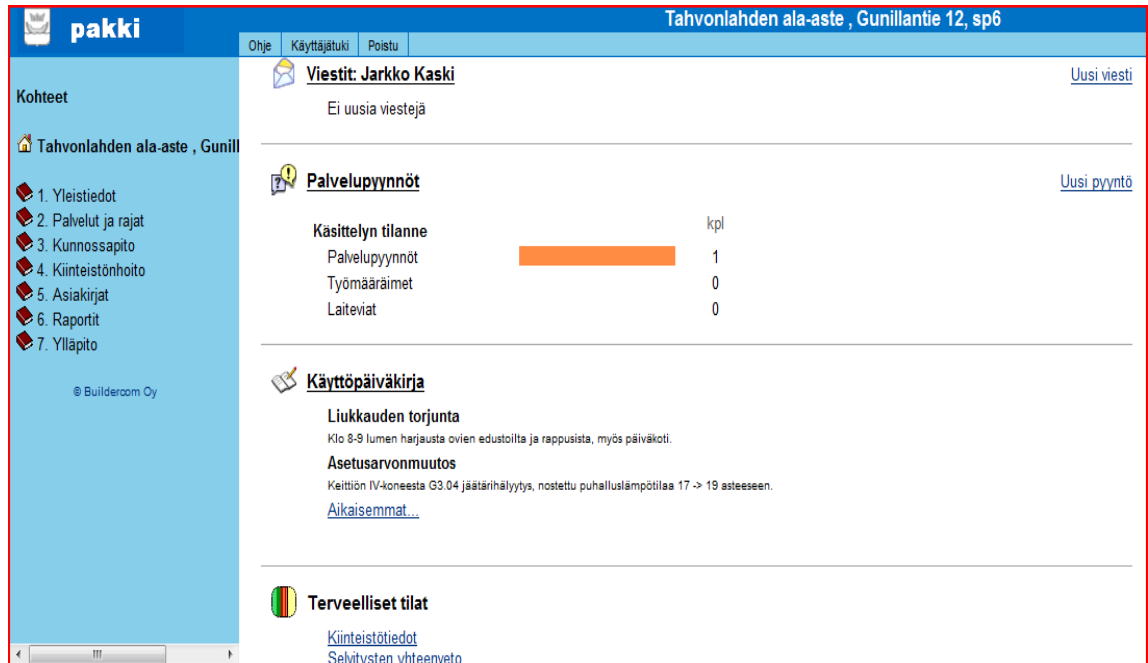
Opinnäytetyön varsinaiseen tutkimukseen valittiin yhteensä 10 kohdetta, joissa oli erilaisia toteutumia kulutushistoriassaan ja joista sain kattavimmat tiedot kiinteistöjen käyttöhistoriasta. Näistä valittujen kohteiden energiakatselmusten toimenpideehdotuksista tehtiin taulukot lämpöenergian ja sähkönkulutuksen pienentämisistä, vedenkulutustietoja ei otettu tässä tutkimuksessa ollenkaan huomioon. Tietojen ja energiakulutustaulukoiden perusteella valitaan kohteita, joissa on havaittavissa selvää parannusta tai heikennystä sähkö- ja/tai lämpöenergiankulutusten suhteen, vedenkulutusta ei tässä työssä oteta huomioon paitsi lämpöenergian säästämahdollisuutena vesivirtojen alentamisen myötä.

Seuraavaksi valittiin 5 parantanutta ja 5 heikentänyttä rakennusta, kun kohteista oli karsittu ns. selvät tapaukset pois. Tällä tarkoitetaan, että koulun käyttötarkoitus oli muuttunut tai raporteista tai käyttäjien ja huoltohenkilöiden haastatteluista ilmeni muu iso muutos. Joissain kohteissa oli tehty isompiakin remonteja, mutta ne valittiin mukaan tutkimukseen, jotta nähtäisiin myös korjausten vaikutukset energiankulutukseen. Tarkempaan analyysiin valituista kohteista selvitettiin tietoja ilmastointiin, lämmitykseen ja valaistukseen liittyvistä mittauksista kuten käyttöasteet, huoneilman lämpötilat, tuuloilman lämpötilat. Tärkeänä seikkana oli myös todeta esitettyjen korjaustoimenpiteiden toteutuminen, eli oliko katselmuksissa esitetyt asiat otettu korjauslistalle ja suoritettu.

Insinööriyön aikana tietoja kerättiin Pakki-ohjelmasta (kuva 3) sekä kohteisiin tehtyjen käyntien aikana suoritetuista havainnoista ja käyttäjien haastatteluista. Joissakin kohteissa saattoi olla tapahtunut isojaakin muutoksia energiakatselmuksen jälkeen, ja niiden todentaminen ja laajuuden ymmärtäminen ei olisi ollut helppoa ilman omakohtaista



kohteisiin tutustumista. Suurena haasteena tässä työssä oli kohdekäyntien sovittaminen omaan päivätyöhöni, sillä kouluihin olisi ollut turha mennä koulupäivän jälkeen eivätkä kouluisäntien kanssa tahtoneet aikataulut sopia yhteen.



Kuva 3. Kohteista löytyvät tiedot Pakki-ohjelmassa.

#### 4.1 Taulukoidut tiedot

Excel-ohjelmalla tehtiin taulukko jokaisesta kymmenestä kohteesta, jotka päätyivät tarkempaan tarkasteluun. Taulukkoon kirjattiin kohteen tiedoista seuraavat:

- Kohteen nimi/käyttötarkoitus
- Kohteen yhteystiedot/osoite
- Yhteyshenkilö kohteessa
- Toimenpide-ehdotukset, sähkö
- Toimenpide-ehdotukset, lämpö

Toimenpide-ehdotusten jälkeen taulukossa on vielä sarakkeet, jotka liittyvät toimenpiteisiin ja joihin täytettiin kohdekäyntien aikana selvinneitä tietoja, kuten:

- toimenpide suoritettu sekä päivämäärä
- toimenpiteen suorittaja
- toimenpidettä ei suoritettu ja miksi ei?
- huomautuksia ja lisätietoja

Tulostettu taulukko (kuva 4.) toimi kohdekäyntien aikana eräänlaisena tarkastuspöytäkirjana, johon kirjasin koulusäänniltä saamiani sekä muuten havaitsemiani tietoja kiinteistöjen talotekniikasta sekä rakenteista.

#### ENERGIAKATSELMUSTEN JÄLKISEURANTA/OPINNÄYTETYÖ

RAKENNUS/RAKENNUKSET		YHTEYSTIEDOT/OSOITE	YHTEYSHENKILÖ TAI -HENKILÖT

#### ENERGIAKATSELMUKSESSA EHDOTETUT TOIMENPITEET

SÄHKÖNKULUTUS				
TOIMENPIDE	SUORITETTU/PVM	SUORITTAJA	EI SUORITETTU/MIKSI EI?	HUOM/LISÄTIETOA

LÄMMITYSENERGIAN KULUTUS				
TOIMENPIDE	SUORITETTU/PVM	SUORITTAJA	EI SUORITETTU/MIKSI EI?	HUOM/LISÄTIETOA

Kuva 4. Tarkastuspöytäkirjana kohdekäynneissä toimiva taulukkomalli.

## 4.2 Energiankulutusta vähentäneet kohteet

### 4.2.1 Keinutien ala-aste

Keinutien ala-asteen energiakatselmus on tehty viimeksi vuonna 2008, jolloin ominaiskulutukset olivat sähkön osalta 15,7 kWh/a, r-m<sup>3</sup> ja lämmönkulutuksen osalta 41,4 kWh/a, r-m<sup>3</sup>. Energiakatselmuksen (EK:n) tavoitteena oli saavuttaa yhteensä 4 506 euron vuosittainen säästö. Vuoden 2008 energioiden hinnoilla laskettuna säästöä oli saatu aikaan vuonna 2012 lähes kolminkertainen summa, eli noin 12 750 euroa(2). Suurin osa säästöistä on aikaansaatu kaukolämmön tilaustehon alentamisella ja ilmanvaihdon käyntiaikojen tarpeenmukaiseksi säätämällä, jota kouluisännän toimesta tehdään jatkuvasti tarpeen mukaan huomioiden koulun lukujärjestykset. Kohdekäynnillä selvisi myös katselmuksessa ehdotettuja toimenpiteitä, joita ei ollut suoritettu tai oltiin vielä parhaillaan tekemässä. Esimerkiksi ATK-luokkien koneiden automaattinen sammutusohjelma joudutaan tekemään aina uudestaan uuden käyttöjärjestelmän vaihtuessa. Sähkönsiirtotariffin muutosta ei ollut jostain syystä otettu todesta, ei ehkä katsottu kovin hyödylliseksi toimenpiteeksi, kouluisäntä aikoi ottaa asiasta selvää. Vuonna 2008 tehdyn katselmuksen suoritti Pöyry Oy ns. kiinteistön seurantakatselmuksena. Taulukossa 2. on esitetty katselmuksen tavoitteen ja toteuman erot.

Taulukko 2. Keinutien ala-asteen energioiden kulutusten muutokset katselmuksen tavoitearvoista viime vuoden toteutuneisiin kulutuksiin, MWh/a. Referenssivuosi 2008.

AIKA	LÄMPÖENERGIA, MWh	SÄHKÖNKULUTUS, MWh
KATSELMUKSEN TAVOITE V. 2008	929	363
TOTEUTUNUT VUOSI 2008	988	374
TOTEUTUNUT VUOSI 2012	730	299

#### 4.2.2 Jakomäen peruskoulu

Insinööritoimisto Nurmi Oy:n vuonna 2002 - 2003 Jakomäen peruskouluun tekemän katselmuksen aikaisista energioiden ominaiskulutuksista on onnistuttu pudottamaan noin viidennes pois sekä lämmön- että sähkönkulutuksen osalta. Tämä merkitsee vuoden 2002 energian hintatasoillakin jo yli 14 000 euron säästöä vuodessa, kun katselmuksessa tavoitteena oli noin 7 500 euron säästöt.

Lämpöenergian ominaiskulutus oli katselmuksessa 49,1 kWh/a, r-m<sup>3</sup>, ja tavoitteeksi asetettiin lukema 45 kWh/a, r-m<sup>3</sup>. Vuonna 2012 kulutuslukema lämmön osalta oli kuitenkin vain 39,2 kWh/a, r-m<sup>3</sup> eli ominaiskulutusta oli saatu tiputettua noin 20 % katselmuksen aikaisesta lukemasta (2).

Sähkön kulutus on lämpöenergian kulutuksen lailla ollut viime vuosina koko ajan laskusuunnassa, vaikka se katselmuksessa vuonna 2002 oli jo kohtuullinen 10,9 kWh/a, r-m<sup>3</sup>. Vuonna 2012 mennessä oli sähkönkulutusta onnistuttu laskemaan siten, että ominaiskulutus oli enää noin kaksi kolmannesta katselmuksen aikaisesta sen ollessa viime vuonna vain 7,4 kWh/a, r-m<sup>3</sup> (2). Taulukossa 3. on esitetty energiankulutusten tavoitteen ja toteutuman erot.

Taulukko 3. Jakomäen peruskoulun energioiden kulutusten muutokset katselmuksen tavoitearvoista viime vuoden toteutuneisiin kulutuksiin, MWh/a. Referenssivuosi 2008.

AIKA	LÄMPÖENERGIA, MWh	SÄHKÖNKULUTUS, MWh
KATSELMUKSEN TAVOITE V. 2003	1234	185
TOTEUTUNUT VUOSI 2008	1277	234
<i>TOTEUTUNUT VUOSI 2012</i>	<i>1070</i>	<i>202</i>

#### 4.2.3 Tahvonlahden ala-aste

Suunnittelukeskus Oy:n tekemä energiakatselmus Tahvonlahden ala-asteelle vuonna 2003 ei aiheuta juurikaan toimenpiteitä energian säästämiseksi lämmönkulutuksen jäädessä kokonaan ilman minkäänlaista ehdotusta. Sähkön säästämiseksi ehdotetaan hehkulamppujen vaihtoa pienloisteputkilampuiksi ja henkilökuntaa kehoitetaan valaistusten sammuttamiseen käytön loputtua. Vuoden 2002 lämpöenergiankulutuksesta 36,76 kWh/a, r-m<sup>3</sup> on saatu pudotettua noin 5 kWh/a, r-m<sup>3</sup>, mikä tietää vuodessa noin 3600 euron säästöä vuoden 2002 energiahinnalla laskettuna (2).

Sähkön ominaiskulutus oli vuonna 2002 jonkin verran tilastollista keskiarvoa korkeampi sen ollessa 12,27 kWh/a, r-m<sup>3</sup>. Vuonna 2012 kulutus oli onnistuttu saamaan jo alle tilastollisen keskiarvon, ja katselmuksen arvioitu säästö 6 MWh/a olikin vuoteen 2002 verrattuna jo noin 50 MWh/a. Rahassa mitattuna sähkönkulutuksenkin vuotuinen säästö on noin 3 600 euroa eli yhteensä sähkö- ja lämpöenergioiden säästöillä on saatu aikaan yli 7 000 euroa säästöä vuoden 2002 energiahinnalla laskettuna (2). Taulukossa 4. on esitetty katselmuksen tavoitteen ja toteuman erot.

Taulukko 4. Tahvonlahden ala-asteen energioiden kulutusten muutokset katselmuksen tavoitearvoista viime vuoden toteutuneisiin kulutuksiin, MWh/a. Referenssivuosi 2008.

AIKA	LÄMPÖENERGIA, MWh	SÄHKÖNKULUTUS, MWh
KATSELMUKSEN TAVOITE 2002	619	198
TOTEUTUNUT VUOSI 2008	698	178
TOTEUTUNUT VUOSI 2012	512	151

#### 4.2.4 Mellunmäen ala-aste

Mellunmäen ala-asteen kouluun kuului energiakatselmuksen aikaan vuonna 1998 rakennuksia yhteensä 4 kpl: koulu, terveystalo ja 2 kpl parakkikouluja. Insinööritoimisto Nurmi Oy teki katselmuksen vuonna 1998, ja kulutusluvut ovat vuoden 1997 kulutuksia, jotka olivat tilastollisesti melko suuria molemmat. Lämpöenergian ominaiskulutus oli 45,5 kWh/a, r-m<sup>3</sup>, joka on saatu vuonna 2012 laskemaan jopa 10 kWh/a, r-m<sup>3</sup> sen ollessa 35,4 kWh/a, r-m<sup>3</sup> (2).

Myös sähkön ominaiskulutus oli suuri vuonna 1997 sen ollessa 16 kWh/a, r-m<sup>3</sup>. Viime vuosina kulutus on ollut aivan toista luokkaa sen ollessa vuonna 2012 vain 9,0 kWh/a, r-m<sup>3</sup>. Katselmuksen aikaan säästöjä laskettiin markoissa saatavan 38 427 mk(n. 6400 €) vuodessa ja investointeihin laskettiin yhteensä 13 925 mk(2300 €) (2). Taulukossa 5. on esitetty katselmuksen tavoitteen ja toteutuman erot.

Taulukko 5. Mellunmäen ala-asteen energioiden kulutusten muutokset katselmuksen tavoitearvoista viime vuoden toteutuneisiin kulutuksiin, MWh/a. Referenssivuosi 2008.

AIKA	LÄMPÖENERGIA, MWh	SÄHKÖNKULUTUS, MWh
KATSELMUKSEN TAVOITE 1995	544	241
TOTEUTUNUT VUOSI 2008	1002	248
TOTEUTUNUT VUOSI 2012	846	214

Kohteen pinta-ala on kasvanut n. 2 000 m<sup>2</sup>, eli kohde ei ole vertailukelpoinen suoraan. Kulutukset neliölle olivat lämmön osalta 1995/2012 lähes ennallaan, sähkön kulutus neliölle oli pienentynyt –33 %.

#### 4.2.5 Helpa, Roihuvuoren yksikkö

Helpan Roihuvuoren yksikkö on suurehko oppilaitos, jonka toimintoihin sisältyy ravintola, leipomo, suurkeittiö ja vaatetusalan oppilaitos. Oppilaitos rakennettiin vuonna 1978, ja viimeisin energiakatselmus sille on tehty Fatman Oy:n toimesta vuonna 2000. EK:ssa oli pitkä lista säästöehdotuksia tähän kiinteistöön, kun ominaiskulutusten oli tuolloin lämmön osalta 33,4 kWh/a, r-m<sup>3</sup> ja sähkön 22,8 kWh/a, r-m<sup>3</sup>. Katselmuksessa käytettiin vuoden 1998 toteutuneita energiankulutuksia. Tavoitteet kulutusten pienentämiseksi Fatman Oy:n katselmuksessa olivat ainakin sähkön osalta varsin maltilliset 21,5 kWh/a, r-m<sup>3</sup> ominaiskulutukseksi. Lämpöenergiasta uskottiin saatavan tiputettua jo paljon enemmän. Tavoitteena oli yli 10 kWh/a, r-m<sup>3</sup> pienempi ominaiskulutus, pitäisi päästä lukemaan 23,0 kWh/a, r-m<sup>3</sup>. Vuoteen 2012 mennessä on tapahtunut huikeita muutoksia kulutuksissa valitettavasti vain huonompaan suuntaan. Vuoden 2008 luvuista on kuitenkin jo tultu alaspäin niiden oltua liki kaksinkertaiset EK:n lukuihin nähden. Nyt luvut ovat lämmön osalta 41,1 kWh/a, r-m<sup>3</sup> ja sähkön 30,1 kWh/a, r-m<sup>3</sup>, mikä näyttäisi edes kulutusten suunnan olevan laskusuunnassa kuten taulukosta 6. voidaan todeta..

Taulukko 6. Helpa, Roihuvuoren yksikön energioiden kulutusten muutokset katselmusten (1996 ja 2000) tavoitearvoista viime vuoden toteutuneisiin kulutuksiin, MWh/a. Referenssivuosi 2008.

AIKA	LÄMPÖENERGIA, MWh	SÄHKÖNKULUTUS, MWh
KATSELMUKSEN TAVOITE 1996	1943	1118
KATSELMUKSEN TAVOITE 2000	1543	1397
TOTEUTUNUT VUOSI 2008	4136	2508
TOTEUTUNUT VUOSI 2012	2680	1964

Tämä kohde on ollut ongelma, huolto on ollut huonoa. Kohteen käyttöajat ovat vaihdelleet mutta säädöt eivät. Suuri sähkönkulutuksen kasvu johtuu osaltaan kaasun korvaamisella sähköllä opetuskeittiössä.

#### 4.3 Energiankulutusta kasvattaneet kohteet

##### 4.3.1 Mäkelänrinteen lukio

Kupari Solutions Oy:ltä tilattu katselmus vuonna 2004 asetti Mäkelänrinteen lukion energiankulutustavoitteiksi lämmön osalta 6 380 €/vuosi, mikä miltei saavutettiin vuoden 2004 energiahinnoilla laskettuna. Sähkön osalta kulutustavoitteisiin ei päästy, vaan kulutus lisääntyi vuonna 2012 rahassa mitattuna noin 3000 eurolla. Sähkön kulu-tushuippu oli tosin vuonna 2010, ja kulutus on sen jälkeen ollut laskusuunnassa. EK:n tavoite lämmön ja sähkön kulutuksien osalta yhteensä oli 8 050 euron säästöt vuositasolla, mutta tavoitteesta toteutui vain 3 327 euron säästöt, kun käytetään vuoden 2004 energiahintoja (2). Taulukossa 7. on esitetty katselmuksen tavoitteiden ja toteutuman erot.

Taulukko 7. Mäkelänrinteen lukion energioiden kulutusten muutokset katselmuksen tavoitearvoista viime vuoden toteutuneisiin kulutuksiin, MWh/a. Refesenssivuosi 2008.

AIKA	LÄMPÖENERGIA, MWh	SÄHKÖNKULUTUS, MWh
KATSELMUKSEN TAVOITE 2005	735	394
TOTEUTUNUT VUOSI 2008	819	429
TOTEUTUNUT VUOSI 2012	744	474



Lämpöenergian kulutus on lähes tavoitteessa, mutta sähkön kulutus ylittää 17 %:lla tavoitteen. Kohteen IV ja automaatio on uusittu viime vuosina. Kiinteistössä on huonokuntoiset kaksi lasiset ikkunat, niitä ei kannata enää huoltomaalata. Ikkunoiden vaihdon säästöpotentiaali on karkeasti arvioituna noin 100 MWh. Samalla kun ikkunoita vaihdettaisiin, voitaisiin korjata myös pellitykset ym. julkisivun korjaukset. Myös ikkunapuitteiden huoltomaalaus maksaa. Keittiöön suositellaan glykoli-LTO:ta, säästöt ovat noin 80 - 100 MWh. Kohteen korjausehdotukset sekä säästöpotentiaalit arvioi Tilakeskuksen projektinjohtaja Veikko Saukkonen.

#### 4.3.2 Vesalan yläaste

Vesalan yläasteen koululle tehtiin vuonna 2002 energiakatselmus, josta selvisi lämmönkulutuksen korkea ominaiskulutus 56 kWh/a, r-m<sup>3</sup>. Korkean kulutuksen on Suunnittelukeskus Oy:n katselmuksessa kerrottu johtuvan kaksinkertaisista ikkunoista, rakennuksen keskellä sijaitsevasta kasvihuoneesta sekä lämmöntalteenoton puuttumisesta kaikista 12 tuloilmakoneesta. Vuonna 2012 energiankulutus on kasvanut jo reilusti yli tilastollisen keskiarvon ja on 80,4 kWh/a, r-m<sup>3</sup>. Katselmuksessa ei nähty mitään taloudellisesti kannattavaa lämpöenergian säästökohdetta (2).

Sähkön ominaiskulutus oli vuonna 2002 suurin piirtein tämäntyyppisten oppilaitosten keskiarvon luokkaa, eli 11,9 kWh/a, r-m<sup>3</sup>. Myös sähkönkulutus on noussut viime vuosina merkittävästi, vaikka oli kolmen viimeisen vuoden aikana hieman laskenut ominaiskulutuksen oltua 16,7 kWh/a, r-m<sup>3</sup> vuonna 2012. Vuonna 2010 koulun sähkön ominaiskulutus oli jopa 19,3 kWh/a, r-m<sup>3</sup> (2). Taulukossa 8. on esitetty katselmuksen tavoitteen ja toteutuman erot.

Taulukko 8. Vesalan yläasteen energioiden kulutusten muutokset katselmuksen tavoitearvoista viime vuoden toteutuneisiin kulutuksiin, MWh/a. Referenssivuosi 2008.

AIKA	LÄMPÖENERGIA, MWh	SÄHKÖNKULUTUS, MWh
KATSELMUKSEN TAVOITE 2001	1353	277
TOTEUTUNUT VUOSI 2008	1769	428
TOTEUTUNUT VUOSI 2012	1855	387

Koulun oppilasmäärä ja tilojen käyttö on kasvanut, ja erittäin huonot ikkunat ja eristeet selittävät osaltaan kulutusten kasvua. Tilakeskuksen projektinjohtajan Veikko Saukkosen arvion mukaan kohteessa voitaisiin saada 500 MWh:n säästöt vuodessa, jos ikkunat ja yläpohjan eristykset uusitaan. Takaisinmaksuaika venähtäisi remontin myötä lähemmäs 50 vuoteen mutta välillä rakennuksia on korjattava myös muistakin kuin taloudellisista syistä, esimerkiksi terveydellisistä syistä. Vesalan molemmat kohteet ovat suojelukohteita joten ulkoseiniin ei ole mahdollista tehdä muutoksia. Ilmanvaihdon käyntiajat ovat kasvaneet katselmuksen aikaisista käyttöajoista.

#### 4.3.3 Vesalan ala-aste

Vuonna 2002 Suunnittelukeskus Oy:ltä tilatussa energiakatselmuksessa todettiin Vesalan ala-asteen 60-luvun loppupuolella valmistuneen koulurakennuksen ominaiskulutuksiksi sähkön osalta 11,2 kWh/a, r-m<sup>3</sup> ja lämmön osalta 43 kWh/a, r-m<sup>3</sup>. EK:ssa ei lämmönkulutukselle keksitty tai raportoitu mitään säästöpotentiaalia investointien pitkien takaisinmaksuaikojen perusteella ja sähkön osaltakin ehdotettiin ainoastaan sähkönsiirtotariffin vaihtamista. Nyt kun vuoden 2012 kulutuslukemat on tallennettu Pak-

kiin, voidaan huomata lämmön ominaiskulutuksen nousseen todella reippaasti, ja se on 64,3 kWh/a, r-m<sup>3</sup>. Se tietää jo EK :n vuoden 2002 hinnoilla 9800 euron lisälaskun vuodessa. Sähkönkulutuksen kanssa mentiin vähän edestakaisin ominaiskulutuksen noustessa vuonna 2008 jo lukemaan 14,0 kWh/a, r-m<sup>3</sup> luvusta 11,2 kWh/a, r-m<sup>3</sup>. Viimeiset 5 vuotta on kuitenkin onnistuttu kulutusta vähentämään, ja se oli vuonna viime vuonna 11,9 kWh/a, r-m<sup>3</sup> (2). Taulukossa 9. on esitetty katselmuksen tavoitteen ja toteutuman erot.

Taulukko 9. Vesalan ala-asteen energioiden kulutusten muutokset katselmuksen tavoitearvoista viime vuoden toteutuneisiin kulutuksiin, MWh/a. Referenssivuosi 2008.

AIKA	LÄMPÖENERGIA, MWh	SÄHKÖNKULUTUS, MWh
KATSELMUKSEN TAVOITE 2001	831	217
TOTEUTUNUT VUOSI 2008	1175	272
TOTEUTUNUT VUOSI 2012	1249	231

Vesalan ala-asteen ongelmina ja kulutuksiin vaikuttavina tekijöinä ovat huonot ikkunat ja eristeet, säädöt ovat epätasapainossa ja käyttöaste on lisääntynyt.

#### 4.3.4 Käpylän yläaste ja lukio

Energiakatselmus Käpylän yläasteelle ja lukioon tehtiin vuonna 1997 Hepacon Oy:n toimesta. Koulurakennus on valmistunut vuonna 1955 ja vuonna 1987 valmistuneen lisäsiiven kanssa tilavuutta on kaikkiaan 29 700 m<sup>3</sup>. Katselmuksen energiankulutustiedot ovat vuodelta 1995, ja ominaiskulutukset olivat lämmön osalta 37,87 kWh/a, r-m<sup>3</sup> ja sähkönkulutuksen osalta vain 4,97 kWh/a, r-m<sup>3</sup>(2).

Lämpöenergian kulutus on noussut esimerkiksi vuonna 2009 tasolle 43,2 kWh/a, r-m<sup>3</sup>, mutta viime vuonna 2012 lukema oli vain 25,4 kWh/a, r-m<sup>3</sup>, mikä on jopa kolmanneksen pienempi kuin katselmuksen vuoden 1995 arvo. Katselmuksessa energiansäästötoimenpiteiksi lämmön suhteen ehdotettiin ruokalasiiven patteriverkoston säätöä sekä patteriventtiilien lisäystä aulaan ja portaaseen. Näillä toimenpiteillä oli arvioitu saatavan 29 MWh:n säästöt vuodessa, mikä olisi ollut markoissa 3 377 mk(n. 560 €) investointien oltua 10 000 mk(n. 1700 €). Vuonna 2012 kului lämpöenergiaa noin 370 MWh vähemmän kuin vuonna 1995 ja markoissa olisi säästöä kertynyt jopa 43 000 mk(n. 7200 €) vuodessa katselmuksen aikaisilla hinnoilla. (2)

Sähkönkulutus oli tilastollisestikin alhainen vielä vuonna 1995, jolloin ominaiskulutus oli vain 4,97 kWh/a, r-m<sup>3</sup>. Katselmuksen jälkeen on sähkönkulutus noussut välillä jo yli kaksinkertaiseksi vuoden 1995 lukemiin verrattuna sen oltua vuonna 2011 huikeat 14,2 kWh/a, r-m<sup>3</sup>. Vielä vuoteen 2009 asti ominaiskulutus oli kohtuullinen 7,7 kWh/a, r-m<sup>3</sup> mutta sen jälkeen ovat kulutukset nousseet ja vielä viime vuonnakin 2012 oli ominaiskulutus 11,7 kWh/a, r-m<sup>3</sup>. Jos lämpöenergian kulutukset vähensivät energiamaksuihin käytettäviä markkoja yli 40 tuhannen edestä, niin sähkölaskuun saa vastaavasti lisätä vuoden 1996 hinnoilla laskettuna yli 80 000 markkaa(n. 13500 €). (2)

Kiinteistössä aloitettiin vuonna 2010 peruskorjaus, jossa rakennuksen talotekniikka uusittiin lähes sataprosenttisesti ja eristyksiä lisättiin niin ulkoseiniin kuin yläpohjaankin. Peruskorjaus saatiin valmiiksi vuonna 2012 loppuvuodesta, ja korjauksen jälkeen energiankulutus on asettunut vakaalle tasolle. Kiinteistössä ei ole toiminut lukio ainakaan seitsemään vuoteen, jonka ajan nykyinen kouluisäntä on kiinteistössä toiminut.

Sähkön ja lämpöenergian huikeat kulutushuiput ovat selitettävissä remontin aikaisista väliaikaisratkaisuksista esimerkiksi kaikkien ikkunoiden ja ulkoseinäpintojen uusimistöiden aikana. Talotekniikkaa tuli remontin aikana myös lisää uusien ilmanvaihtokoneiden myötä. Tähän kohteeseen esimerkiksi musiikkiluokkaan asennettiin myös huonekohmainen ilmanvaihtokone lämmöntalteenotolla varustettuna. Tätä vaihtoehtoa on Helsingin Tilakeskus kokeillut jo muutamassa vanhemmassa koulurakennuksessa, joihin tarvitaan parempaa ilmanvaihtoa ja joihin ei ole kannattavaa lähteä lisäämään kanavia ja ilmamääriä ns. keskusilmanvaihtoon.

Sähkönkulutuksen nykytilanteen kasvua vuoteen 1995 verrattuna voidaan selvästi perustella suurella muutoksella rakennuksen ilmanvaihtokoneiden määrään ja myös mui-

den sähköllä toimivien laitteiden mittavalla lisääntymisellä. Vuonna 1995 oli rakennuksessa vain 5 kpl tuloilmakoneita ja 12 kpl huippuimureita. Nykyään koulun ilmanvaihtoa toteuttaa 14 kpl tulo-poistoilmanvaihtokoneita varustettuna LTO:lla. Niistä 4 kpl on luokkakohtaisia koneita ja lisäksi on 2 kpl tuloilmakoneita sekä noin 10 kpl huippuimureita esim. radonin poistoon alustatiloista tai porrashuoneiden poistoilmanvaihtoon.

Kiinteistön lämpöenergiankulutus on saatu laskemaan peruskorjauksen jälkeen suureksi osaksi rakennuksen vaipan huomattavilla parannuksilla kuten ikkunoiden ja ovien vaihdolla ja ulkoseinien mittavalla lisäeristyksellä. Myös uudella ilmanvaihdolla on suuri merkitys lämpöenergiankulutuksen laskuun, sillä uusissa koneissa on kaikissa nykyaikainen lämmöntalteenotto. Tämäkin kiinteistö on suunniteltu peruskorjauksen myötä matalaenergiarakennukseksi, kuten nykyään kaikki Helsingin kaupungin rakentamat uudiskohteetkin. Taulukossa 10. on esitetty katselmuksen tavoitteen ja toteutuman erot.

Taulukko 10. Käpylän yläasteen ja lukion energioiden kulutusten muutokset katselmuksen tavoitearvoista viimevuoden toteutuneisiin kulutuksiin, MWh/a. Referenssivuosi 2008

AIKA	LÄMPÖENERGIA, MWh	SÄHKÖNKULUTUS, MWh
KATSELMUKSEN TAVOITE 1995	1093	139
TOTEUTUNUT VUOSI 2008	1185	225
TOTEUTUNUT VUOSI 2012	754	349

#### 4.3.5 Ressun lukio

Vuonna 1999 valmistununeen insinööritoimisto Granlundin tekemän Ressun lukion energiakatselmuksen kulutusluvut ovat vuoden 1997 kulutuksia ja hinnat vuoden 1998 hintoja. Lämpöenergian ominaiskulutus 34,0 kWh/a, r-m<sup>3</sup> oli vastaavanlaisiin rakennuksiin nähden hyvä ja EK:n tavoitteeksi tuli maltillinen parannus 31 kWh/a, r-m<sup>3</sup>. Vuoden 2012 toteutunut kulutus oli 28,6 kWh/a, r-m<sup>3</sup> sen ollessa välillä selvästi yli kolmenkymmenen, nyt suunta on kuitenkin laskeva. Sähkön ominaiskulutus oli suunnilleen tämän tyyppisten rakennusten keskiarvoa ollen 8,6 kWh/a, r-m<sup>3</sup>, eikä siitä ollut Granlund Oy:n katselmuksen mukaan varaa pudottaa yhtään. Sähkönkulutuksenkin osalta nyt ollaan laskusuunnassa, mutta vielä vuonna 2012 ominaiskulutus oli 10,2 kWh/a, r-m<sup>3</sup> (2).

Energiansäästötoimenpiteiksi tähän jo vuonna 1891 valmistuneeseen rakennukseen ehdotettiin katselmuksessa lämmön osalta patteriventtiilien uusimista ja perussäätöä sekä vesikalusteiden virtaamien rajoittamista. Sähkösäästötoimenpiteiksi ehdotettiin ainoastaan hehkulamppujen vaihtoa pienloisteputkilampuiksi kirjaamatta sen kuitenkaan vaikuttavan ominaiskulutukseen. (2)

Taulukko 11. Ressun lukion energioiden kulutusten muutokset katselmuksen tavoitearvoista viime vuoden toteutuneisiin kulutuksiin, MWh/a. Referenssivuosi 2008.

AIKA	LÄMPÖENERGIA, MWh	SÄHKÖNKULUTUS, MWh
KATSELMUKSEN TAVOITE 1999	850	237
TOTEUTUNUT VUOSI 2008	960	364
TOTEUTUNUT VUOSI 2012	815	292

Ressun lukiossa ovat oppilasmäärät olleet vakiot eikä isompia korjauksia tehty. Referenssivuoteen verrattuna suunta on hyvä, vaikka sähkön osalta ollaankin vielä jäljessä katselmuksen tavoitteesta kuten taulukosta 11. käy ilmi.

## 5 Ehdotettuja säästötoimenpiteitä

Seuraavassa kuvassa on esitetty energiakatselmuksissa ehdotettujen erilaisten toimenpide-ehdotusten jakauma tutkimuksessa olleiden 10 koulun osalta, josta voidaan todeta, että valaistuksen muutosta ehdotettiin kahdeksassa koulussa ja sisälämpötilan muutosta vain kahdessa koulussa.



Kuva 5. Energiakatselmuksissa ehdotettujen toimenpiteiden jakautuminen.

### 5.1 IV:n käyttöajat

Ilmanvaihdon käyttöaikojen tai ohjauksien muutoksia ehdotettiin energiakatselmuksissa seuraaville seurantakohteille:

- Keinutien ala-aste
- Jakomäen peruskoulu
- Helpa/Roihuvuoren yksikkö
- Käpylän yläaste/lukio
- Mellunmäen ala-aste
- Mäkelänrinteen lukio.

### 5.2 Valaistuksen muutokset

Valaistuksien muutoksia ehdotettiin sekä ohjauksiin että voimakkuuksiin niin sisä- kuin ulkovalaistuksienkin osalta seuraavissa kohteissa:

- Keinutien ala-aste
- Jakomäen peruskoulu
- Helpa/Roihuvuoren yksikkö
- Käpylän yläaste/lukio
- Mellunmäen ala-aste
- Ressun lukio
- Tahvonlahden ala-aste
- Mäkelänrinteen lukio.

### 5.3 Energianostotariffien muutokset

Energianosto ja -siirtotariffeihin muutoksia ehdotettiin seuraavissa seurantakohteissa:

- Keinutien ala-aste(kaukolämmön tilausvesivirran alennus  $12 \rightarrow 10 \text{ m}^3/\text{h}$ )
- Vesalan yläaste(sähkönostotariffin muutos)
- Jakomäen peruskoulu(sähkönostotariffin muutos)



- Helpa/Roihuvuoren yksikkö(sähkönsiirtotariffin muutos)
- Mellunmäen ala-aste(sähkönostotariffin muutos).

#### 5.4 Vesivirtaamien rajoitus

Lämmitysenergian säästöön vaikuttavia muutoksia vesivirtaamille ehdotettiin seuraavissa kohteissa:

- Jakomäen peruskoulu
- Helpa/Roihuvuoren yksikkö
- Mellunmäen ala-aste
- Resson lukio.

#### 5.5 Sisälämpötilan muutos

Rakennusten sisälämpötilaan ehdotettiin muutosta vain näissä kahdessa kohteessa:

- Helpa/Roihuvuoren yksikkö
- Jakomäen peruskoulu.

## 6 Yhteenveto

Tätä opinnäytetyötä aloittaessani uskoin voivani asettaa samantyyppiset koulurakennukset siistiin riviin ja vertailla toisiinsa energiakatselmusten toimivuutta. Työn edetessä kuitenkin nopeasti huomasin vertailun olevankin paljon vaikeampaa johtuen pääasiassa koulurakennusten hyvin yksilöllisistä käyttäytymisistä. Tämä johtuu koulukiinteistöjen suuresta ikäjakautumasta ja vuosien varrella tehdyistä korjauksista, joissa on uusittu, ja muokattu myös talotekniikan laitteita ja järjestelmiä. Toisissa kiinteistöissä saattoi olla useita kymmeniä vuosia vanhoja alkuperäisiäkin laitteita, joista ei ollut aina niin luotettavia tietoja saatavilla. Energiakatselmukset olivat kyllä kaikki Motivan ohjei-

den ja mallien mukaisesti tehtyjä, mutta niitä oli tehty lähes kymmenen eri yrityksen toimesta ja eroja oli ääripäitten välillä melkoisesti. Yhtenä tavoitteena oli selvittää energiakatselmuksen toimivuus ja tarpeellisuus rakennusten energiatehokkuuden parantamisessa. Yleisesti voidaan todeta sähkön käytön lisääntyneen viimeisten 15 vuoden aikana kaikkialla kiinteistöissä lisääntyneen talotekniikan ja muiden sähkölaitteiden lisääntymisen myötä. Lämpöenergian kulutusta on taas onnistuttu yleisesti pienentämään kehittyneiden lämmöntalteenottolaitteiden ja uusien rakennusten kiristyneiden rakentamismääräysten (eristysten ja ilmatiiviysvaatimusten) vuoksi.

Energiakatselmuksia on teetetty Helsingin kaupungin kiinteistöihin valtava määrä ja rahaa on kulunut sen myötä noin miljoona euroa viimeisten 20 vuoden aikana. Katselmusten teettäminen tuntuu melko turhalta, jos niiden toimenpide-ehdotusten toteuttamista ei seurata järjestelmällisesti. Energiakatselmuksen teettäminen ns. seurantakatselmuksena muutaman vuoden päästä varsinaisesta katselmuksesta tuntuisi olevan järkevää toimintaa, vaikka joissakin kohteissa ei ole auttanut useampikaan katselmus. Ainoa tapa, jolla varmistetaan pien- ja nollainvestointiparannukset, esim. säädöt, on se, että valtion avustusta ei makseta ennen kuin ko. toimenpiteiden tekemisestä on tehty raportti.

Erillisen energiatodistuksen tullessa pakolliseksi uskoisin energiakatselmusten teettämisen vähenevän entisestään, vaikka energiatodistus ei mielestäni palvele yhtä hyvin juuri kyseistä kiinteistöä energiansäästötarkoituksissa. Vanhemmissa rakennuksissa energiatodistuksen tekeminen laskennallisesti voi osoittautua haasteelliseksi ja myös epäluotettavaksi puutteellisten kuvien ja tietojen vuoksi.

## 6.1 Avainhenkilöt

Osaavan ja aktiivisen kouluisännän vaikutus rakennuksen energiankulutukseen näyttäisi olevan yksi parhaista keinoista säästää rahaa. Kouluisännän tärkeimpänä tehtävänä energiankulutuksen näkökulmasta, on seurata, että rakennuksen sähkön, lämmön ja veden kulutus on tarpeenmukaista. Hienoista säätö- ja seurantajärjestelmistä ei ole suurtakaan hyötyä, jos henkilökunta: kouluisäntä, opettajat ym. - eivät osaa tai viitsi käyttää nykYTEknologiaa hyväksi. Erittäin tärkeänä roolina näkisin myös Tilakeskuksen isännöitsijät, jotka ovat avainasemassa kiinteistöjen korjaustoimintojen ajoittamisessa ja suunnittelussa.

## 6.2 Kehitystarve

Motivan mallien mukaisissa energiakatselmuksissa otetaan harvemmin kantaa kiinteistön rakenteiden parantamiseen johtuen investointien pitkistä takaisinmaksuajoista. Tässä kohtaa olisi järkevää tutustua paremmin ja yksilöllisemmin kunkin rakennuksen historiaan tehtyihin korjauksiin ja remontteihin ja mahdollisesti toiselta taholta suunniteltuihin peruskorjauksiin. Ainoa peruste rakenteiden ja talotekniikan korjaamiselle ei voi olla raha, vaan asiaa olisi ajateltava laajemmassa mittakaavassa ottaen huomioon käyttäjien terveyden ja säästöt myös sitä kautta. TEM:n ja Motivan ohjeiden mukaisesti energiakatselmuksen laatimiseen tarvitaan kaksi koulutettua henkilöä, joista toinen on LVI-alan ja toinen sähköalan asiantuntija. Katselmuksen teossa voisi olla vielä yksi henkilö, jonka erikoisalaa ovat juuri rakenteelliset seikat sekä rakennusten elinkaariarviot. Vaihtoehtoisesti talotekniikan asiantuntijoille voisi lisätä pätevyitysmiskoulutukseen riittävän määrän rakennustekniikan ja elinkaariarvioiden opetusta.

## Lähteet

- 1 Tämä on tilakeskus. Verkkodokumentti.<[WWW.tilakeskus.fi](http://WWW.tilakeskus.fi)> päivitetty 4.10.2012. Luettu 10.12.2012.
- 2 Pakki-huoltokirjaohjelmisto<[WWW.buildercom.net](http://WWW.buildercom.net)>Tilakeskuksen tunnuksilla.
- 3 TEM:n tukemat energiakatselmukset. Verkkodokumentti.<[WWW.motiva.fi](http://WWW.motiva.fi)>päivitetty 16.8.2011. Luettu 10.1.2013
- 4 <[WWW.buildercom.net](http://WWW.buildercom.net)>Tilakeskuksen tunnuksilla. Luettu 10.12.2012
- 5 Saukkonen Veikko. Tutkimus 8.7.2011: Helsingin kaupungin kiinteistöjen energiansäästötavoitteet ja toimenpiteet niiden saavuttamiseksi vuosina 2011-2020.
- 6 Sähkön hinnan kehitys 1.1.2013. Verkkodokumentti. <<http://www.energiamarkkinavirasto.fi/data.asp?articleid=3359&pgid=67&languageid=46>>päivitetty 1.1.2013. Luettu 3.3.2013
- 7 Mitä nollaenergiatalo tarkoittaa?. Verkkodokumentti.<[www.isover.fi/suunnittelu/nollaenergia](http://www.isover.fi/suunnittelu/nollaenergia)>Luettu 1.4.2013
- 8 Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi. Verkkodokumentti. <[www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi)>Luettu 12.4.2013.
- 9 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta. Annettu Helsingissä 27.2.2013. Verkkodokumentti. <[www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi)>
- 10 Lemetyinen, Reijo. Helsingin energia. Taulukko kaukolämmön hinnanmuodotuksesta Helsingissä. Sähköpostiviesti 8.3.2013.

## ENERGIAKATSELMUSTEN JÄLKISEURANTA/OPINNÄYTETYÖ

RAKENNUS/RAKENNUKSET		YHTEYSTIEDOT/OSOITE		YHTEYSHENKILÖ TAI -HENKILÖT	
Keinutien ala-aste		Keinutie 13		Kouluisäntä: Hannu Viljanen p. 050 4013950	
ENERGIAKATSELMUKSESSA EHDOTETUT TOIMENPITEET					
SÄHKÖNKULUTUS					
TOIMENPIDE		SUORITETTU/PVM	SUORITTAJA	EI SUORITETTU/MIKSI EI?	HUOM/LISÄTIETOA
Siirtotariffin muutos				Ei ole muutettu, ei ole ehkä koettu kovinkaan hyödylliseksi	Kouluisäntä Hannu Viljanen sanoi ottavansa asiasta selvää
Pääaulan valaistuksen ohjauksen muutos			Hannu Viljanen		Valaistusta on pienennetty useammastakin kohdasta
Ulkovaistuksen halogeenivalaisinten vaihtaminen		Aina vanhan mennessä rikki	Hannu Viljanen		Nyt on kaikki vaihdettu
ATK-laitteiden automaattinen sammutus		1. kerran vuonna 2008		Käyttöjärjestelmien vaihduttua ei ole uutta sammutusohjelmaa tehty. Uusia laitteita esim. videotykkejä tullut paljon lisää	Ollaan asentamassa parhail-laan uutta sammutusohjelmaa
Ilmanvaihdon käyntiaikamuutokset: 1TK1, 2TK1, 4TK ja 6TK		Kaiken aikaa, käytön mukaan	Hannu Viljanen		Liikuntasalin iv menee 1/1 teholla liiketunnistimen avulla, vaikka salissa olisi vain pari ihmistä
LÄMMITYSENERGIANKULUTUS					
TOIMENPIDE		SUORITETTU/PVM	SUORITTAJA	EI SUORITETTU/MIKSI EI?	HUOM/LISÄTIETOA
Ilmanvaihdon käyntiaikamuutokset: 1TK1, 2TK1, 4TK ja 6TK		Kaiken aikaa, käytön mukaan	Hannu Viljanen		Koulun lukujärjestysten mukaan
Lämmön talteenoton hyötysuhteen parantaminen		Vuonna 2010	Hannu Viljanen		2TK
Sisäänpuhalluslämpötilan alentaminen, 2TK1(21:sta asteesta 18:aan asteeseen)					Säädetään poistoilman mukaan 19 - 21 astetta käytön mukaan
KL-tilaustehon alentaminen (12 → 10 m <sup>3</sup> /h)		Syksyllä 2008	Hannu Viljanen / Helsingin Energia		Alennettu hieman alle 10:een m <sup>3</sup> /h
KEINUTIELLÄ ENSIMMÄINEN KOHDEKÄYNTI 19.12.2012, PAIKALLA KOULUISÄNTÄ HANNU VILJANEN					

1 (1)

ENERGIAKATSELMUSTEN JÄLKISEURANTA/OPINNÄYTETYÖ						
RAKENNUS/RAKENNUKSET		YHTEYSTIEDOT/OSOITE		YHTEYSHENKILÖ TAI -HENKILÖT		
Käpylän yläaste/lukio		Mäkelänkatu 93		Kouluisäntä Kari Kurillo		
ENERGIAKATSELMUKSESSA EHDOTETUT TOIMENPITEET						
SÄHKÖNKULUTUS						
TOIMENPIDE		SUORITETTU/PVM	SUORITTAJA	EI SUORITETTU/MIKSI EI?		HUOM/LISÄTIETOA
Ulkovalot/hämäräkytkimen säätö						Remontissa laitettu kaikki valot liiketunnistimille
Juhlasali/liikeilmaisimet		Peruskorjaus 2010-2012				Liikeilmaisimet eivät toimi oikein jokapaikassa
Liikuntasali/liikeilmaisimet		Peruskorjaus 2010-2012				Kouluisäntä joutuu hoitamaan osan manuaalisesti
Käytävävalaistus/päivävalo-ohjaus		Peruskorjaus 2010-2012				
LÄMMITYSENERGIANKULUTUS						
TOIMENPIDE		SUORITETTU/PVM	SUORITTAJA	EI SUORITETTU/MIKSI EI?		HUOM/LISÄTIETOA
Ruokalasiiven patteriverkoston säätökäyrä		Peruskorjaus 2010-2012				Remontissa uusittu ja säädetty
Patteriventtiilien lisäys aulaan ja portaaseen.		Peruskorjaus 2010-2012				Remontin myötä uudet patterit ja venttiilit
Kohdekäynti Käpylän peruskoulussa 2.5.2013						

## ENERGIAKATSELMUSTEN JÄLKISEURANTA/OPINNÄYTETYÖ

RAKENNUS/RAKENNUKSET	YHTEYSTIEDOT/OSOITE	YHTEYSHENKILÖ TAI -HENKILÖT
Mäkelänrinteen lukio	Mäkelänkatu 47	Kouluisäntä: Karo Kinnunen

## ENERGIAKATSELMUKSESSA EHDOTETUT TOIMENPITEET Kohdekäynti koulussa 10.5.2013

## SÄHKÖNKULUTUS

TOIMENPIDE	SUORITETTU/PVM	SUORITTAJA	EI SUORITETTU/MIKSI EI?	HUOM/LISÄTIETOA
Luokkien valaistusten sammuttaminen kun käyttöä ei ole.	Jatkuvasti	Kouluisäntä ja käyttäjät		
Kellarin käytävien ja muutamien ulkovalaisinten hehkulamppujen vaihto.	Vanhan hajottua	Kouluisäntä ja kiinteistön hoitaja		Kaikki on nyt vaihdettu
Ilmanvaihtokoneiden käyntiaika-muutokset: 201 TK, 203 TK ja TK 2/99.	Lukujärjestysten mukaan	Kouluisäntä		Käyntiajat pakki-ohjelmassa
ATK-laitteiden sammuttaminen <u>kokonaan</u> öiden ajaksi.		Ohjelmalla		Keittiön konetta joutuu säätämään manuaalisesti

## LÄMMITYSENERGIANKULUTUS

TOIMENPIDE	SUORITETTU/PVM	SUORITTAJA	EI SUORITETTU/MIKSI EI?	HUOM/LISÄTIETOA
Ilmanvaihtokoneiden käyntiaika-muutokset: 201 TK, 203 TK ja TK 2/99.				
TK2/99 tuloilman lämpötilan säätö ruokalan sisälämpötilan mukaan.		Kouluisäntä		Säädetään poiston mukaan
204 TK tuloilman ohjelmallinen nosto tehostetussa käytössä.				
201 TK tuloilman lämpötilan säätö poistoilman lämpötilan mukaan.		Kouluisäntä		Kouluisäntä kokeilee 5-5 krt vuodessa eri säätöjä
			Koulun kuntosalin käyttö on lisääntynyt huomattavasti viime vuosina. Aikuislukio jatkaa aina juhannukseen asti.	

1 (1)

ENERGIAKATSELMUSTEN JÄLKISEURANTA/OPINNÄYTETYÖ					
RAKENNUS/RAKENNUKSET		YHTEYSTIEDOT/OSOITE		YHTEYSHENKILÖ TAI -HENKILÖT	
Jakomäen peruskoulu		Huokotie 3		Kouluisäntä: Riikka Rahkola p. 09 310 72616 Kouluisäntä: Jussi Kivivasara p. 050 4013830	
ENERGIAKATSELMUKSESSA EHDOTETUT TOIMENPITEET					
SÄHKÖNKULUTUS					
TOIMENPIDE	SUORITETTU/PVM	SUORITTAJA	EI SUORITETTU/MIKSI EI?	HUOM/LISÄTIETOA	
Käyntiajan muutos, 209TK luokka-osa					
38 mm lamppujen korvaus 26 mm					
Sähkönostotariffin vaihto					
Käytävien ½-valo-ohjaus					
Hehkulamppujen korvaus PL					
LÄMMITYSENERGIANKULUTUS					
TOIMENPIDE	SUORITETTU/PVM	SUORITTAJA	EI SUORITETTU/MIKSI EI?	HUOM/LISÄTIETOA	
Käyntiajan muutos, 209TK luokka-osa					
Vesikalusteiden virtaaman rajoitus					
Sekoitusuhteen muutos, TK201					
Sisälämpötilan alentaminen, nuorisotalo					



1(1)

ENERGIAKATSELMUSTEN JÄLKISEURANTA/OPINNÄYTETYÖ					
RAKENNUS/RAKENNUKSET		YHTEYSTIEDOT/OSOITE		YHTEYSHENKILÖ TAI -HENKILÖT	
Helpa, Roihuvuoren yksikkö		Prinsessankatu 2		Kiinteistöhoitaja: Juha Immonen p. 040 1805517	
ENERGIAKATSELMUKSESSA EHDOTETUT TOIMENPITEET					
SÄHKÖNKULUTUS					
TOIMENPIDE		SUORITETTU/PVM	SUORITTAJA	EI SUORITETTU/MIKSI EI?	HUOM/LISÄTIETOA
Tuloilmakoneiden 201-207TK, 209TK ja 231TK käyntiaikojen lyhentäminen.					
Tuloilmakoneiden 211TK ja 212TK ohjaustavan muutos.					
Hehkulamppujen vaihtaminen energiansäästölamppuiksi.					
Sähkönsiirtotariffin vaihto Yleissiirto-tariffista Keskijännitetehtäsiirtotariffiksi.					
LÄMMITYSENERGIANKULUTUS					
TOIMENPIDE		SUORITETTU/PVM	SUORITTAJA	EI SUORITETTU/MIKSI EI?	HUOM/LISÄTIETOA
Tuloilmakoneiden 201-207TK, 209TK ja 231TK käyntiaikojen lyhentäminen.					
Tuloilmakoneiden 211TK ja 212TK ohjaustavan muutos.					
Tuloilmakoneen 206TK sisäänpuhalluslämpötilan alentaminen.					
Poistoilmakammion 545 kiertoilmapiellin korjaus.					
Yölämpötilan käyttöönotto.					
Vesijohtoverkoston painetason alentaminen.					

1 (1)

## ENERGIAKATSELMUSTEN JÄLKISEURANTA/OPINNÄYTETYÖ

RAKENNUS/RAKENNUKSET

YHTEYSTIEDOT/OSOITE

YHTEYSHENKILÖ TAI -HENKILÖT

Mellunmäen ala-aste

Rukatunturintie 14

Kouluisäntä: Jukka-Pekka Lehtopelto

## ENERGIAKATSELMUKSESSA EHDOTETUT TOIMENPITEET

## SÄHKÖNKULUTUS

TOIMENPIDE

SUORITETTU/PVM

SUORITTAJA

EI SUORITETTU/MIKSI EI?

HUOM/LISÄTIETOA

Li 1; Käyntiaikojen lyhentäminen

Li 2; Ilmavirtamuutos

Sähkönostotariffin muutos

Hehkulamppujen korvaaminen

## LÄMMITYSENERGIANKULUTUS

TOIMENPIDE

SUORITETTU/PVM

SUORITTAJA

EI SUORITETTU/MIKSI EI?

HUOM/LISÄTIETOA

Li 1; Käyntiaikojen lyhentäminen

Li 2; Ilmavirtamuutos

Hanojen virtaaminen pienentäminen

1 (1)

<b>ENERGIAKATSELMUSTEN JÄLKISEURANTA/OPINNÄYTETYÖ</b>					
<b>RAKENNUS/RAKENNUKSET</b>		<b>YHTEYSTIEDOT/OSOITE</b>		<b>YHTEYSHENKILÖ TAI -HENKILÖT</b>	
Tahvonlahden ala-aste		Gunillantie 12		Kouluisäntä: Jouni Ikonen	
<b>ENERGIAKATSELMUKSESSA EHDOTETUT TOIMENPITEET</b>					
<b>SÄHKÖNKULUTUS</b>					
TOIMENPIDE		SUORITETTU/PVM	SUORITTAJA	EI SUORITETTU/MIKSI EI?	
Hehkulamppujen korvaus pienloisteputkivalaisimilla					
Käyttötottumusten muutos					
<b>LÄMMITYSENERGIANKULUTUS</b>					
TOIMENPIDE		SUORITETTU/PVM	SUORITTAJA	EI SUORITETTU/MIKSI EI?	

1 (1)

ENERGIAKATSELMUSTEN JÄLKISEURANTA/OPINNÄYTETYÖ					
RAKENNUS/RAKENNUKSET		YHTEYSTIEDOT/OSOITE		YHTEYSHENKILÖ TAI -HENKILÖT	
Vesalan yläaste		Sakara 5		Kouluisäntä: Pauli Laine	
ENERGIAKATSELMUKSESSA EHDOTETUT TOIMENPITEET					
SÄHKÖNKULUTUS					
TOIMENPIDE		SUORITETTU/PVM	SUORITTAJA	EI SUORITETTU/MIKSI EI?	HUOM/LISÄTIETOA
Tariffin muutos					
(Ilmavirrat kasvannet syystä että ?)					
IV:n LTO, onko ?					
LÄMMITYSENERGIANKULUTUS					
TOIMENPIDE		SUORITETTU/PVM	SUORITTAJA	EI SUORITETTU/MIKSI EI?	HUOM/LISÄTIETOA
(Ilmavirrat kasvannet syystä että ?)					